

ONTOLOGÍAS Y COMBINACIÓN DE ESTÁNDARES APLICADAS AL ANÁLISIS FOTOGRÁFICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE SITIOS WEB

Nuria Torres Rodríguez
Cámara de Comercio de Madrid. IFE
Universidad Carlos III de Madrid

Web Semántica

La World Wide Web es un espacio en forma de red, que está en constante crecimiento y que está formado por recursos que se interconectan por medio de enlaces o "links". Este espacio se basa en un gran número de sistemas de información formados por una serie de agentes (humanos y programas) que crean, recuperan, muestran, analizan y razonan con los recursos que en ella se alojan.

La construcción de la web semántica se lleva a cabo por el Consorcio de la Web (en adelante W3C), en colaboración con un gran número de investigadores y empresas privadas¹, y es una labor de continuación en el estudio los metadatos y de estándares como RDF.

La necesidad del uso de metadatos² en las imágenes se hace cada vez más patente en general, dado el gran volumen de fotografías existentes. El interés de realizar este proceso con lenguajes de la web semántica es evidente, tanto en uso personal como profesional, teniendo en cuenta las ventajas de control en la recuperación por una parte (la del usuario) y por otra parte la visibilidad que consiguen los servidores de fotografías.

En la Web semántica se trata disponer no sólo de la información contenida en las páginas web, sino también en las bases de datos³, servicios, programas, sensores, agendas personales e incluso programas realizados no industrialmente para consumir y producir datos en la web.

Los elementos más importantes en este entramado son por una parte los llamados agentes, que buscan, filtran y presentan la información, y por otra los lenguajes (ontologías) que hacen posible que la información se pueda intercambiar (tanto por los agentes como por los programas de ordenador, consiguiendo la interoperabilidad⁴). Además, son necesarias una serie de herramientas y tecnologías facilitan estos procesos: programas que facilitan la creación y manejo de ontologías, los servidores de información, navegadores, herramientas para integrar y extender aplicaciones, etc.

La arquitectura web incluye la identificación y representación de sus contenidos, y el uso de los protocolos que permiten que sus agentes interactúen como un sistema de información en ese gran espacio (interacción). Dentro de esta tendencia, el W3C Consortium ha estado investigando y promoviendo diferentes estándares.

En la web semántica hay dos elementos que vamos a destacar aquí: las ontologías y los servicios web.

1. Ontologías.

Las ontologías nacen de la necesidad de conceptualización para que estos elementos puedan funcionar de manera integrada. La siguiente figura muestra una abstracción de la unión de parte los elementos antes enumerados:

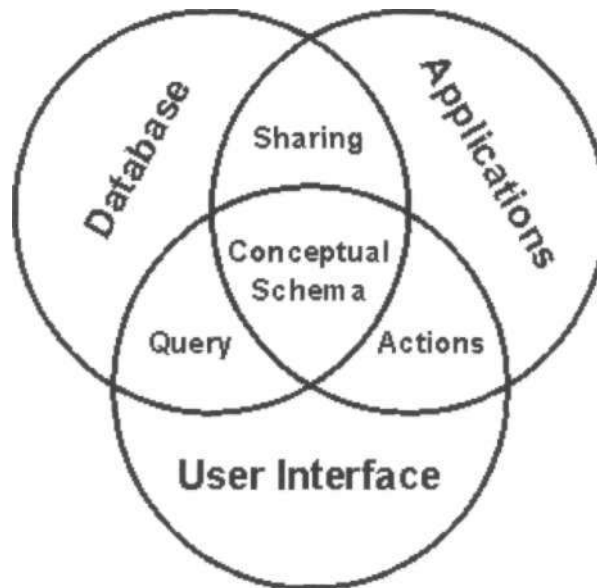


FIG. I:

Integración de diferentes elementos de un sistema de información: el centro del sistema es un "esquema conceptual" u ontología. Tomado de: SOWA, John F. Building, Sharing, and Merging Ontologies [Página web]. Última actualización: 13/03/2003. Fecha última consulta: 01/09/2003. Disponible en: <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm>

Una ontología es la representación de los conceptos de un campo del saber para poder ser compartidos por varios. Primero se desarrollaron en el campo de la inteligencia artificial para facilitar el hecho de compartir conocimiento y la reutilización del conocimiento. Posteriormente las ontologías se han usado en la recuperación inteligente de la información en la WWW como un instrumento para manejar información semántica (metadatos) aplicados a documentos web.

El lenguaje que actualmente potencia el W3C es OWL ("*Ontology Web Language*"), del que hablaremos con más detalle en el apartado 3. Utiliza y se apoya en los anteriores estándares: XML, RDF y RDF Schema.

Las características del documento fotográfico hacen necesaria la integración de otros estándares que cubran sus peculiaridades, y surge, dentro del seno del W3C el estándar MPEG-7⁵ (toma su nombre de sus creadores: Moving Picture Experts Group), del que nos ocuparemos con más detenimiento más adelante, en el apartado 4.

Las ontologías son la especificación explícita de algún tema. Para algunos propósitos es la representación declarada y formal que incluye vocabulario o nombres para referirse a términos en esa área concreta, y cómo se relacionan uno con otro. Éstas se pueden escribir en diferentes lenguajes, y sus principales utilidades son:

- Permitir a diversas máquinas compartir su conocimiento.
- Ayudar a consensuar a los usuarios algún área de conocimiento.
- Ayudar a otra gente a comprender alguna área del conocimiento.
- En resumen, para conseguir un consenso en la comprensión de alguna área del conocimiento tanto para interconectar máquinas o personas.

2. Servicio Web.

Dentro de este contexto está el llamado "Servicio Web"⁶, que va mas allá de la mera representación de un recurso a modo de documento en su forma tradicional.

La arquitectura Web quedaría incompleta sin este concepto de "servicio" que se articula en lo que se denomina la "Arquitectura de los Servicios Web". Es necesario un estándar que permita la interoperabilidad entre los diferentes programas, independientemente del sistema operativo, o entorno de trabajo (tipo de red, etc.) en el que funcionan. A este concepto de Arquitectura de Servicio Web se le denomina también WSA ("Web Service Architecture"). Como vemos esta temática está íntimamente ligada con uno de los conceptos de ontología.

Clarifiquemos el concepto de servicios web⁷: En el contexto de la arquitectura web un servicio es un programa de ordenador o sistema informático diseñado para lograr la interoperabilidad entre dos máquinas en una red. Tiene una interfaz descrita en un formato procesable por máquina. También puede tratarse de un sistema tipo mensajes SOAP, (Simple Object Access Protocol, que permite a los programas acoger a otros programas en la web) en el que convergen el protocolo HTTP con el marcado XML junto con otros estándares.

El servicio web es un concepto abstracto que debe ser implementado por un agente concreto (entendiendo agente en este caso como un ordenador, una máquina que está manejado por una organización o una persona). El *agente* es una pieza concreta de software o hardware que envía y recibe mensajes, mientras el *servicio* es el recurso caracterizado por la función que realiza. El mismo servicio puede ser escrito en diferentes lenguajes de programación (es decir con diferentes agentes, pero la utilidad o función de éste servicio permanece).

En realidad, es necesario advertir que tanto el agente peticionario como el agente servidor deben "ponerse de acuerdo" entre lo que cada uno entiende por ciertos significados, pero es más exacto decir que simplemente necesitan comunicarse de manera "congruente", o "desde un punto de vista no conflictivo" tanto en la descripción del servicio como en su manera de interactuar.⁸

Desarrollando este esquema general: para lograr una comunicación efectiva entre las máquinas se establecen una serie de pasos, depende del escenario éstos pueden ser mas o menos numerosos y complicados, y el orden en que éstos se realizan puede variar dependiendo del contexto
En un caso típico:

El agente peticionario inicia el proceso, y puede obtener la dirección del agente proveedor directamente de éste o a través de otro elemento: el "buscador de servicio", que localice un servicio que contenga los requerimientos de la petición.

El agente peticionario y el agente servidor tienen que estar de acuerdo en la descripción del servicio (WSD "*Web Service Description*"⁹), y de la semántica o significados que gobernarán la comunicación entre ambos. Para ello es necesario que ambos tengan una comprensión común de una descripción del servicio y su significado, y la compartan.

Simplificando el proceso se representa en esta figura los pasos básicos y el momento en que se utilizaría lo que se ha venido a denominar "ontología". Los buscadores de servicios utilizan la descripción funcional o FD ("*Functional Description*") del servicio. Ésta puede estar realizada utilizando unas palabras

simples a modo de metadatos o una URI, o puede ser mas compleja, como una colección de RDF, DAML-S(service) u OWL-S (Service). Este último lenguaje está en fase de estudio.

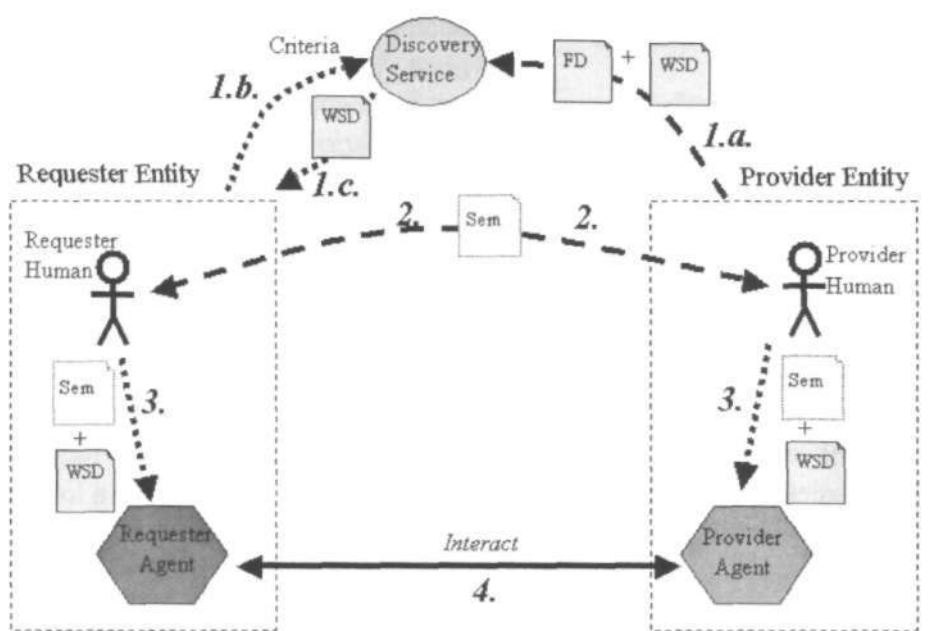


FIG. II: Proceso simplificado de búsqueda de servicios web: uso de ontologías. Los buscadores de servicios utilizan la descripción funcional o FD ("Functional Description") del servicio. Ésta puede estar realizada utilizando unas palabras simples a modo de metadatos o una URI, o puede ser mas compleja, como una colección de RDF, DAML-S(service) u OWL-S(service). Tomado de: WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Services Arquitectura Working Group. Web Services Architecture: W3C Working Group Note 11 February 2004 [Página web]. Última actualización: 02/11/2004. Fecha última consulta: 05/26/2004. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#id2280504>

Las ontologías se utilizan para poner de acuerdo tanto a humanos como a máquinas cuando unos u otros se expresan en lenguajes diferentes, e intervienen en diversas fases de los procesos de comunicación, dependiendo de la complejidad de la búsqueda realizada.

Podemos decir que OWL-S es la ontología usada en nivel alto en la arquitectura de la web, y permite: definir el servicio, cómo se accede a él y cómo se trabaja con él ¹⁰.

Imaginemos un redactor de una revista de una empresa, por ejemplo un Club de Motoristas Norteamericano, que busca fotos de motocicletas antiguas en el desierto de Almería. En su empresa tiene una base de datos fotográfica creada con Filemaker.

Idealmente, en un entorno de web semántica, este peticionario podría compartir sus fotos con otro club de motoristas de Almería que tiene una base de datos realizada con el programa Access.

Las diversas ontologías que intervendrían pondrían en relación los términos que denotan los conceptos importantes de la petición a términos equivalentes en los que puede estar expresada esta idea (ciclomotores, motos, zona desértica, etc). También sugerirían términos relacionados que ampliasen o concretasen la búsqueda (motos de campo, motorista, Andalucía, antigüedades...).

Otra ontología pasaría estos términos del idioma inglés a otros idiomas, entre ellos el español, donde presumiblemente hay más posibilidades de que se encuentren resultados.

Además, las ontologías se ocuparían de centrar el tipo de servicio que se desea obtener: la búsqueda de tipo documental concreto (fotografías); el tipo de recursos (en páginas web, bases de datos de pago o no, etc). Las ontologías, además, transcribirían las órdenes para que diferentes programas de ordenador o diferentes bases de datos pudiesen procesar las peticiones, haciendo compatibles los diferentes programas.

Tipos de Sistemas Automatizados de Recuperación de Imágenes.

En el análisis de imágenes existen una serie de peculiaridades. Las búsquedas conceptuales, que suelen estar descritas por texto escrito pueden enriquecerse con características de las imágenes que no poseen los textos escritos: color, textura y forma, principalmente.

Por ello existen buscadores de documentos gráficos que atienden a estos parámetros. Veamos una pequeña tipología de buscadores según la técnica empleada en la búsqueda y recuperación". Denominamos a estos sistemas Sistemas Automatizados de Recuperación de Imágenes (SARI): "Conjunto de herramientas informáticas y procesos encaminados a posibilitar la recuperación de imágenes en un fondo documental". Éstos son un tipo de sistema de recuperación de información (*SRI System of Retrieval Information*), por lo que tienen los mismos objetivos, funciones y componentes. Este tipo de sistemas gestiona el almacenamiento y recuperación de imágenes, y sus tipos nos ilustran sobre las posibilidades de un proyecto para la web.

Los SARI constan de tres operaciones esenciales: a) representación de la información contenida en los documentos y en las preguntas de los usuarios, por medios automáticos, semiautomáticos o manuales, b) comparación de la representación de los documentos y de la representación de las preguntas y selección de los documentos más relevantes en cada ocasión, c) presentación de los documentos siguiendo una ordenación determinada: grado de relevancia, algún campo concreto seleccionado, etc.

La tipología es:

1. Sistemas lingüísticos

En este tipo de SARI se emplea texto para recuperar la imagen. Existen dificultades para expresar lingüísticamente atributos de naturaleza gráfica: formas abstractas, colores y tonalidades, texturas, sensaciones estéticas o emocionales, disposición espacial y relaciones espaciales entre los elementos de la imagen.

En primer lugar existe la base de datos donde la imagen está asociada a una referencia de ésta. El texto de la referencia de la imagen puede ser sobre el contenido semántico de la fotografía, el formato, autoría, etc. Los programas que realizan estas operaciones integran sistemas de gestión de bases de datos documental, relacional o mixto y sistemas de gestión de imágenes digitales, también conocidas como Gestión Electrónica de Documentos (GED).

Estos sistemas se pueden completar con técnicas de inteligencia artificial (también llamados sistemas expertos), especialmente en el campo de la indización automática, recuperación asistida y las interfaces hombre-máquina en lenguaje natural.

Además, dentro del tipo lingüístico existe la posibilidad de procesar de manera automática el texto asociado a la imagen, como pie de foto, título, etc., no siendo necesario un registro secundario para expresar éstos contenidos. Este tipo es el utilizado comúnmente por los buscadores de imágenes (generales o

especializados) en Internet, no siendo necesario el uso de una base de datos creada *ad hoc*, sino utilizando la información contenida en las páginas web existentes en Internet. Este campo de la investigación es muy interesante para la construcción automática de ontologías aplicadas a imágenes.

Se utilizan técnicas de la tradición documental para recuperación de la imagen: se pueden adscribir cada imagen a una representación del conocimiento concreta, que puede ser una clasificación temática y la indexación con lenguaje libre o controlado. Esto puede aplicarse tanto a una base de datos concreta como a las páginas de Internet. La aplicación práctica consiste en las bases de datos concretas (agencia de prensa, por ejemplo) o buscadores de Internet especializados en imagen fija.

2. Sistemas visuales puros

Son los que utilizan atributos de contenido de la imagen: color, figuras, textura y las relaciones en el espacio bidimensional de estos atributos. Precisamente la debilidad de estos sistemas es que la recuperación está limitada al contenido intrínseco de la imagen, es decir, sus características materiales, que en el formato digital se reconocen a partir del análisis de la distribución y relaciones entre los píxeles que componen la imagen.

No se atiende a los contenidos conceptuales de la imagen, que son externos a la propia imagen, pues son atribuidos por el ser humano que la contempla. Se aplican principalmente a bases de datos donde la representación textual es muy difícil e ineficiente: logotipos comerciales, sellos, diseños industriales, imágenes médicas, etc. Técnicamente se utilizan sistemas algorítmicos y sistemas basados en redes neuronales artificiales. Como ejemplo se puede citar QBIC de IBM, que se ha aplicado al fondo de imágenes del Hermitage (<http://www.hermitagemuseum.org>) y a una colección de sellos de Estados Unidos (<http://www.qbic.almaden.ibm.com>).

3. Modelo de representación lingüística y recuperación visual

En estos modelos la recuperación se realiza a partir de representaciones textuales que son asociados a imágenes, pero permiten utilizar esas imágenes, en lugar de texto, para la consulta. Son los denominados tesauros visuales, que provee la estructura para agrupar visualmente objetos por algún criterio de afinidad, que puede ser temático o formal. Su ventaja es que permite una búsqueda visual a partir de contenido icónico: se presenta al usuario los conceptos representados por imágenes, y se pide al sistema que muestre imágenes similares. La imagen seleccionada lleva un texto asociado, que utiliza el sistema para realizar una consulta textual en la base de datos textual; el motor textual busca registros coincidentes con ese texto y pasa esa información mediante un puntero (que contiene la dirección de las imágenes asociadas a esos registros) al gestor de imágenes y el gestor de imágenes recupera las imágenes y se las presenta al petionario. Como ejemplo se puede citar el tesoro visual de la NASA (<http://www.sti.nasa.gov/thesfrm1.htm>).

4. Modelo de representación visual y recuperación lingüística

Este modelo permite que el usuario utilice un modelo mental propio, aplicando metáforas auto generadas derivadas de su nivel de conocimiento y de su filosofía y percepción personal. El usuario puede construir frases empleando texto lingüístico, combinando conceptos si es necesario. Estos se asocian a imágenes por el propio usuario, y el sistema utiliza las imágenes que han sido asociadas a los términos introducidos para efectuar un proceso de recuperación visual comparando, a través de técnicas de recuperación de imágenes por características intrínsecas de éstas, esas imágenes con el total de imágenes de la base de datos.

5. Sistemas mixtos

Integran varios de los modelos de recuperación descritos anteriormente. Esta es la tecnología más adecuada para la recuperación de un fondo gráfico voluminoso digitalizado. Se ofrecen las herramientas técnicas que posibilitan el diseño de un sistema de recuperación que permita el acceso por todos los niveles semánticos de la imagen: formales (representados a través de índices visuales) y semánticos (representados por texto lingüístico).

Existen varios modelos y formas de integrar los sistemas. Por ejemplo, en el sistema ART MUSEUM¹² y TRADEMARK¹³ se recuperan las imágenes mediante dos módulos: el primero denominado QVE ("*Query Visual Example*") se basa en la recuperación automática a partir de características morfológicas de las imágenes digitalizadas. El usuario puede dibujar un esquema de las formas que componen la imagen que pretende conseguir e introducirla en el sistema informático a través de una pizarra electrónica.

El sistema previamente ha generado un índice (mediante un algoritmo que permite identificar las formas a partir del cambio de color de los pixels¹⁴) con los contornos de las imágenes almacenadas en la base de datos. Se compara el dibujo del usuario con este índice, y se muestra un mosaico con las imágenes mas parecidas.

El segundo módulo, llamado QBD ("*Query by Subjective Description*"), emplea la asociación de la información textual con la que un usuario describe sensaciones provocadas por las imágenes, y la máquina aprende la correlación existente entre las imágenes y los términos que el usuario ha relacionado con esas imágenes, mediante descripción matemática del modelo de color, etc. Esto requiere la creación de una base de conocimiento para cada usuario del fondo.

TRADEMARK es una base de datos de diseños y símbolos gráficos, con más de 2000 registros almacenados como archivos binarios. En ella se utiliza una figura para buscar un ejemplo visual (QVE, "*Query Visual Example*") como entrada a través de un scanner. El sistema evalúa las similitudes con las imágenes de la base y recupera las más parecidas, según la distribución espacial de los píxeles negros, la frecuencia espacial (mide la complejidad de las figuras), y la estructura espacial de las figuras. Se extraen estas propiedades, se vectorizan y se buscan figuras con vectores similares.

Este modo de búsqueda es el que hemos descrito en "Sistemas visuales puros", pero la base de datos ART MUSEUM utiliza el mismo método y se completa con el módulo QBD ("*Query by Subjective Description*"), con lo que se convierte en un método mixto.

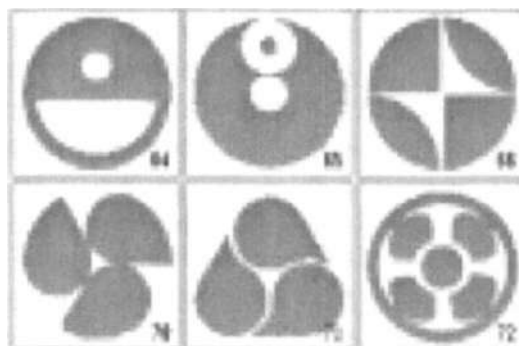


FIG III: BASE TRADEMARK : *Algunos símbolos gráficos*. Tomado de: KURITA, Takio y KATO, Toshikazu. *Learning of Personal Visual Impression for Image Database Systems* [Archivo pdf] . Última actualización: 25/08/1997. Fecha de consulta: 05/24/2006. Disponible en : <http://www.neurosci.aist.go.jp/~kurita/papers/icdar93.pdf>

Existen otros sistemas mixtos, como WebSEEK (<http://persia.ee.columbia.edu:8008/>), VisualSEEK (<http://www.ee.columbia.edu/~jrsmith/html/pubs/acmmm96/acmfin.html>), ambos de la Universidad de Columbia y Web Clip (<http://webclipart.about.com/>) de la Compañía del New York Times¹⁵, que aplican a imágenes capturadas en la web y se tratan posteriormente en local. Se analizan sus características visuales, mediante histogramas¹⁶ de color y regiones de color, y se analiza el texto que acompaña a las imágenes. A continuación, éstas se asignan automáticamente a categorías temáticas previamente diseñadas. El usuario puede buscar por texto libre de las páginas donde se encontraron las imágenes, o por las categorías temáticas establecidas dentro de la misma interfaz.

Una vez vistos los sistemas de recuperación de imagen más frecuentes, hay que decir que la aplicación de la semiótica¹⁷ a los sistemas de recuperación de la información sugiere que el sistema ideal tendría que ser fluido, dinámico y flexible, capaz de capturar y representar el rango de interpretación con un grupo o comunidad dado, y al mismo tiempo, representar el punto de vista de la mayoría.

Tal sistema estaría moviéndose entre la noción de interpretación individual y colectiva, y sería capaz de :

- Responder a un rango de lectores que codifican y decodifican la interpretación
- Capaz de cambiar
- Codificar la modalidad (objetiva/subjetiva)
- Codificar el texto como "readerly" y "writerly": "readerly" se refiere a las imágenes en las cuales los mensajes semióticos se controlan y determinan por el autor, y "writerly" se refiere a las imágenes en las cuales se invita al lector a construir el significado.

Por otra parte, a la luz de estos sistemas de recuperación y sus especificaciones técnicas, se debería acometer la normalización en ellos, con el fin de que todos fueran intercambiables en la red utilizando una ontología que igualase procesos que en esencia son la misma operación. Si cada especificación técnica se definiese en una ontología y ésta se realizara con OWL, todos los procesos podrían ser intercambiables. Pero veamos el estado de la cuestión en normalización en la recuperación de imágenes.

Ontology Web Language (OWL)

Desde el 10 de febrero de 2004 RDF y OWL se ha convertido oficialmente en "Recommendations" o "Recomendaciones" del W3C¹⁸. Esto nos da una idea de la continuidad y solvencia en la investigación respecto a la web semántica.

El Web Ontology Working Group¹⁹ (en adelante WebOnt) estudia los contextos, objetivos y requerimientos para un lenguaje para crear ontologías, el Ontology Web Language (en adelante, OWL). Uno de sus objetivos es describir los motivos por los que es necesario este lenguaje. Los propios objetivos del WebOnt van cambiando y son objeto de estudio por parte del Web Ontology Working Group Charter²⁰. Los objetivos de WebOnt son desarrollar instrumentos para la consecución de la web semántica, según las palabras de Tim Berners-Lee, director del W3C, entidad al que el grupo pertenece.

El grupo WebOnt define una ontología como los términos utilizados para describir y representar un área del conocimiento. Las ontologías se usan por gente, bases de datos, y programas que necesitan compartir información. Como sabemos una ontología define formalmente un conjunto de términos comunes que se utilizan en un campo del conocimiento, para poder usarlo por herramientas automáticas para lograr servicios avanzados tales como una búsqueda mas precisa en la web, los agentes inteligentes de software y la gestión del conocimiento.

La mayor realización del grupo WebOnt es OWL, un lenguaje para creación de ontologías, que permita la especificación de clases y subclases, propiedades y subpropiedades, y que permita relaciones más complejas entre entidades, tales como: limitar propiedades de las clases en número y tipo, permitir la inferencia de conocimientos cuando varias propiedades son miembros de la misma clase, etc. Para ello se han basado en las anteriores tecnologías tales como XML, XML-S, RDF, RDF-S y DAML+OIL principalmente, aprovechando las características y ventajas que cada uno aporta.

Las principales utilidades de OWL se centra en compartir ontologías, permitir la evolución de éstas y conseguir la interoperabilidad entre ellas, detectar las inconsistencias que se den en estos procesos, todo ello permitiendo abarcar una gran variedad de conocimiento y a gran escala, sin perder expresividad. Se pretende que sea fácil de utilizar, para lo que se crean programas de ordenador que faciliten el manejo de esta sofisticada tecnología. En el apartado 5 se presenta una pequeña tipología de este tipo de instrumentos.

Existen tres sublenguajes de complejidad creciente, que se podrán utilizar según las necesidades:

- **OWL Lite:** El objetivo de OWL Lite²¹ es proporcionar un lenguaje que sea fácil de implementar por parte de los constructores de ontologías, ya que el objetivo final de OWL es llegar a extenderse por la web lo mas ampliamente posible.

- **OWL DL (Description Logics):** Para usuarios que necesitan el máximo de expresividad y quieran mantener el razonamiento que lleven a cabo sus sistemas, manteniendo la "completitud informática" ("*computational completeness*", todas las conclusiones son garantizadas por un ordenador) y la "terminación informática" ("*decidability*"), las tareas se terminarán en un tiempo finito). OWL DL incluye todas las utilidades de OWL, pero sólo puede usarse bajo ciertas restricciones.

- **OWL Full:** Para usuarios que quieren la máxima expresividad y la libertad sintáctica que permite RDF, pero sin garantías computacionales. Por ejemplo, en OWL Full una clase es tratada simultáneamente como una colección de individuos (como una clase o subclase) y como un individuo (ejemplo o ejemplar único). Este sublenguaje permite a una antología aumentar los significados de los vocabularios de RDF ó OWL que estaban predefinidos. Es difícil que algún programa de razonamiento sea capaz de soportar todas las características de Full.

1. Proyecto que combina RSS, FOAF, OWL y Wordnet

Como ejemplo del uso de OWL aplicado a un fondo fotográfico concreto describiremos un proyecto²². La combinación de estándares nos permite construir páginas web de modo flexible. Se han utilizado los siguientes:

RSS 1.0 (RDF Site Summary) es un formato de XML usado normalmente para unir e integrar nuevas tendencias. Sirve para organizar colecciones de objetos en páginas web. Es extensible, y en él se pueden expresar los metadatos usando algún vocabulario escrito en RDF (en este caso WordNet) y enlazarlo con sus componentes (en este caso fotografías).

Con RSS se pueden crear índices de los objetos incluidos en la página a partir de los metadatos que contienen, ordenándolos de maneras diferentes (fecha, tema, etc).

En el proyecto se ha utilizado RSS como formato contenedor para describir cada colección de fotografías y sus metadatos.

FOAF (Friend Of A Friend) es un proyecto basado en el estándar RDF en la línea de la web semántica. Es un proyecto experimental en el "mapeo"²³ ("*mapping*") de Internet. Tiene un vocabulario para describir relaciones simples entre las propiedades de la gente, organizaciones, proyectos y documentos. Lo que se pretende es unificar piezas individuales de información que se parecen en una red de entorno amigable.

FOAF²⁴ define categorías como "persona", "documento", "imagen", y les asigna propiedades como "name", "mbox" (una dirección de correo), "homepage", etc., así como clases de relaciones que se pueden dar entre los miembros de esas categorías. En nuestro caso nos interesa particularmente la relación "foaf:depiction", que relaciona algo (por ejemplo una persona) con una imagen. Se pueden listar de esta manera quien aparece en cada imagen, si nos basamos en programas que lean documentos RDF y sus propiedades.

FOAF se puede utilizar para integrar fotografías en la web semántica. Nos permite expresar qué temática representa una foto, y enlazarla con otro URI que es la miniatura de la fotografía. Con esta información se pueden añadir enlaces adicionales a la presentación web de colecciones de fotos, enlaces tipo "véase además" (mediante un archivo RDF se construyen esquemas tipo predicado "rdfs:seeAlso").

Se utiliza **WordNet**²⁵ como tesoro de recuperación en formato RDF, tendremos un lenguaje controlado general (no especializado por materias) para describir las fotografías. WordNet es un proyecto en el que han participado multitud de colaboradores, en el momento actual lo lleva la Universidad de Princeton (Versión 2.1).

Se trata de un sistema de referencia online diseñado según teorías psicolingüísticas: se incluyen sustantivos, verbos, adjetivos y adverbios en inglés. Se hallan los sinónimos, y una serie de relaciones para cada término. Además tenemos la posibilidad de buscar hiperónimos (términos genéricos), hipónimos (términos más concretos, clases de coches), merónimos (relación todo / parte o "partes de coche") y por último, términos relacionados.

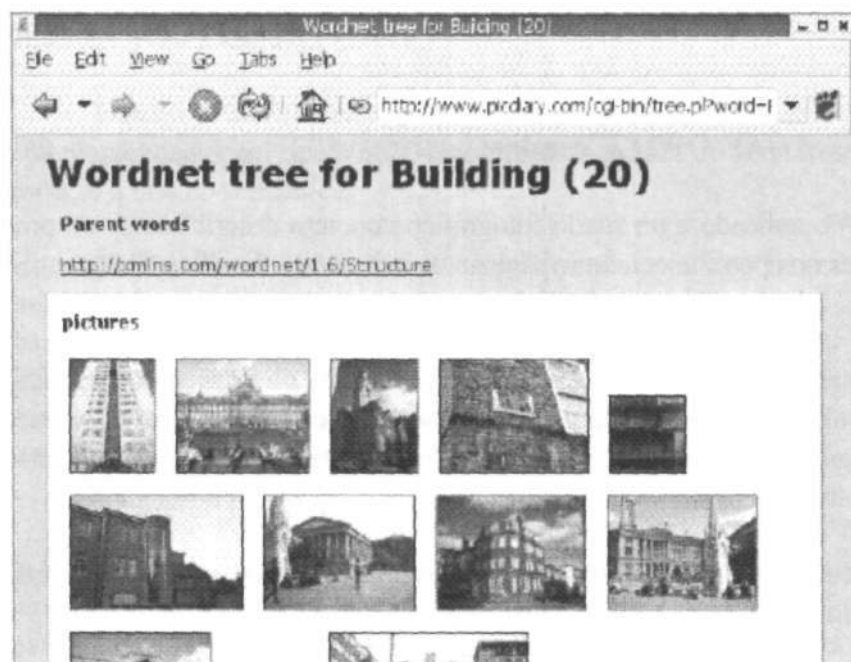


FIG.IV:

RSS y FOAF: Página de resultados para el término "huilding" (edificio) usando el tesoro WordNet. Se ofrece la fotografía de una serie de edificios de diverso tipo. Tomado de: BIDDULPH, Matt. *Photos with RSS and RDF*. En: *XML Europe 2003* (Londres, 2003). *Conference & Exposition : Powerig the Information Society, 5-8 may 2003 [Compact Disk]*. Alexandria, (Virginia) : IDEAlliance, 2003

OWL: se completa el sistema por medio de reglas de inferencia, utilizando OWL como lenguaje, describiendo un vocabulario de clases y predicados y las relaciones entre ellos.

Con todos estos elementos se pueden construir páginas web organizadas jerárquicamente y usando WordNet representado en RDF, podemos enlazar las palabras claves a las fotografías para expresar su materia. Con un simple programa de inferencia lógica, se puede crear entonces un sitio web tipo jerárquico pero con fotografías, organizado por el significado de las palabras. Por ejemplo, si se piden edificios aparecerán fotografías de iglesias, hoteles, casas, etc. Se pueden buscar hiperónimos e hipónimos de los términos. También se pueden encontrar además fotografías por reglas de razonamiento, tipo quiero fotos de mamíferos carnívoros, o edificios de iglesias renacentistas.

Normalización específica en imagen fija MPEG-7.²⁶

Se trata de un estándar desarrollado por el grupo del mismo nombre MPEG (*Moving Picture Experts Group*). Este grupo ha desarrollado otros estándares para objetos multimedia: video interactivo en CD-ROM (MPEG-1), televisión digital (MPEG-2), integración de objetos en páginas web fijas y móviles (MPEG-4) y otros muchos. Este grupo está formado por expertos del mundo de la radiodifusión y televisión, industria electrónica, productores y creadores de contenidos, publicitarios, industria de la telecomunicación, administradores de propiedad intelectual y mundo académico.

MPEG-7 "Multimedia Content Description Interface" sirve para describir contenidos de documentos multimedia de manera estandarizada. Los contenidos se interpretan y tienen que pasar o ser accesibles a través de una mecanismo o código informático. Es un estándar que pretende ser universal, y poder ser utilizado por cualquier aplicación.

MPEG-7 se asocia a los archivos audiovisuales: imágenes, gráficos, modelos en 3D, audio, video. MPEG-7 ofrece un conjunto de herramientas de descripción de documentos audiovisuales: metadatos, su estructura y las relaciones entre ellos. Estos descriptores y esquemas permiten a los programas de búsqueda, filtrado y visualización un acceso eficiente al contenido de los documentos multimedia.

La descripción de los objetos multimedia consta de los tres elementos principales: herramientas (descriptores D ("*Descriptors*") y esquemas de descriptores (DSs "*Description Schemes*") que se materializan en forma textual con XML, el lenguaje que permite crear estas herramientas y también modificarlas (DDL, "*Description Definition Language*") que está basado en XML Schema y por último al formato de almacenamiento binario.

Se obtiene la descripción de los contenidos por medios manuales o semiautomáticos. La descripción puede ser almacenada o indizada directamente ("*streamed*"²⁷). La aplicación cliente (en un entorno "pull" donde el usuario tiene la iniciativa, es decir, hace una pregunta a un sistema²⁸) traspasará las preguntas al repositorio de descripciones y recibirá un conjunto de registros que contestan a la pregunta para que pueda hojearse la descripción del contenido. En un entorno "*push*" (donde el servidor tiene la iniciativa) un filtro seleccionará lo que debe ser enviado y actuará según acciones programadas para el envío de los registros. En ambos escenarios, todos los módulos se pueden gestionar con descripciones basadas en el formato MPEG-7 (tanto textual como binario).

MPEG-7 es una serie de estándares: MPEG-7 Video, MPEG-7 Reference Software, MPEG-7 Multimedia Description Schema (que veremos con más detalle en el apartado 6 en el proyecto **DS-MIRF**), etc.

El estándar específico para imagen es MPEG-7 Visual, que cubre las siguientes características básicas: color, textura, movimiento, localización y reconocimiento de caras. Cada categoría consiste en una serie de descriptores elementales aunque sofisticados. Es decir, las herramientas permiten crear las descripciones (una serie de Esquemas de Descripción y sus correspondientes Descriptores que utilizarán los usuarios) que pueden incluir: información correspondiente al proceso de creación y producción de la fotografía, a su copyright, a su historia, a su formato de almacenamiento, codificación, información estructural del espacio, de los componentes del contenido (escenas, segmentación en regiones), color, textura, etc ²⁹.

En particular, para conseguir la interoperabilidad entre los diferentes programas que gestionan la recuperación de la imagen son interesantes los siguientes elementos del estándar: **Grid Layout**: fragmentar la imagen en un conjunto de regiones rectangulares que pueden ser descritas separadamente. Cada una de ellas puede describirse por su color, textura o términos que expresen su contenido. **Color**: hay siete descriptores referidos a color: *Color Space*, *Color Quantization*, *Dominant Colors*, *Scalable Color*, *Color Layout*, *Color Structure* y *GoF/GoP Color*. Se puede detallar muchas características de los colores, su distribución, calidad, etc. **Textura**: una imagen se puede considerar un mosaico de texturas homogéneas, éstas texturas asociada a regiones se usan para indizar imágenes. Hay tres descriptores referentes a textura: *Homogeneous Texture*, *Edge Histogram* y *Texture Browsing*. **Forma**: o silueta. Hay tres descriptores: *Región Shape*, *Contour Shape* y *Shape 3D*. **Reconocimiento de caras**: para buscar imágenes dando como pregunta la imagen de una cara. Se realiza el reconocimiento mediante vectores.

Los valores de los descriptores de MPEG-7 Visual se expresan a través de un proceso de representación en forma estandarizada de datos binarios. Esto permite y garantiza la interoperabilidad en la distribución e intercambio de descripciones de fotografías entre diferentes actores (proveedores, buscadores, usuarios finales, etc.).

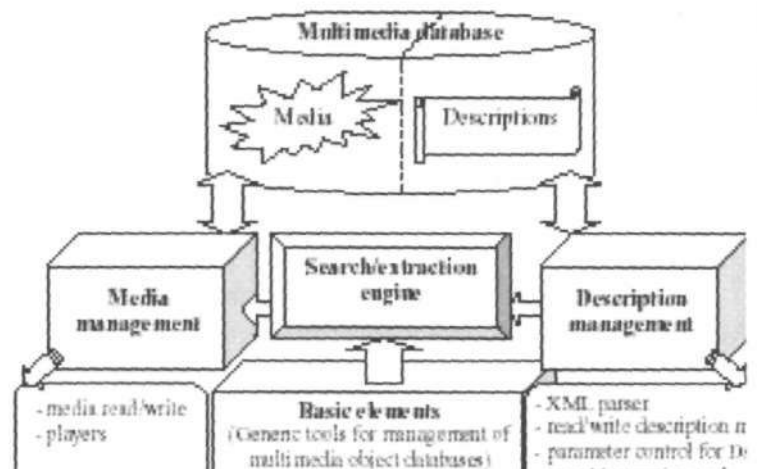
Los sistemas experimentales o comerciales de indización de imagen como QBIC, Virage, Informedia, Video-Q, Netra-V, MARS, etc., integran herramientas y descriptores mas o menos sofisticados, pero la representación de las imágenes propuestas por estos sistemas no son compatibles generalmente , y sus descripciones y el correspondiente almacenamiento se realizan en formatos creados "ad hoc" por cada sistema. Intercambiar o combinar metadatos entre estos sistemas es muy difícil o imposible.

1. Sistema AMIS

Para una explotación eficiente de los estándares se hacen necesarios herramientas adecuadas para la visualización, indización y recuperación de materia multimedia. El sistema AMIS" utiliza el estándar MPEG-7 en aras de la interoperabilidad en la recuperación de documentos multimedia. Está especialmente pensado para video, pero también se usa en fotografías, objetos 3D, audio, etc.

FIG V:

Arquitectura del proyecto AMIS. incluye varios módulos. Tomado de ZAHARIA, Titus y PRETEUX, Francoise. *Video archiving and sing language indexation within the AMIS platform* [Archivo pdf] . Última actualización: 22/02/2002. Fecha de consulta: 09/13/2003. Disponible en : <http://www-artemis.int-evry.fr/Publications/library/zaharia/Zaharia-SPPRA2002.pdf>



La arquitectura del sistema AMIS incluye varios módulos: una base de datos con objetos multimedia (imagen, videos, objetos 3D, etc.) y la descripción de éstos, un conjunto de herramientas para gestionarla (visualizar los objetos, acceder a su contenido), un indizador automático y un "Description management" o conjunto de herramientas como el "parser", el lector de descripciones, etc

AMIS se puede utilizar para evaluar las diferentes características de la recuperación de los descriptores en relación con una imagen o video en particular (por ejemplo color, silueta, movimiento). Puede combinar diferentes descriptores para buscar por conceptos mas complicados, mezclando en la pregunta color y silueta, por ejemplo. Permite hojear los documentos en varios formatos: reducido, resolución completa, etc.

5. Programas relacionados con ontologías y la imagen

En este apartado presentamos una visión general de los programas relacionados con ontologías: su visualización, modificación, asignación de metadatos a documentos, facilitan la captación de ontologías de las bibliotecas que las albergan, conversión de estándares, etc. Vamos a realizar una pequeña tipología³² de los programas relacionados con las ontologías:

- **Herramientas para diseñar ontologías:** son los programas o grupos de programas que se utilizan para construir una ontología nueva o mediante la importación y exportación de ontologías. Suelen incluir formato gráfico para visualización y ojeo de las ontologías, bibliotecas de ontologías, motores de inferencia, etc.
- **Herramientas para unir e integrar ontologías:** cuando provienen de dos compañías, departamentos diferentes, son herramientas de traducción.
- **Herramientas para evaluación de ontologías:** analizan la calidad tanto de las ontologías como de las tecnologías relacionadas. Esta calidad tiene que estar asegurada para la aplicación industrial futura, y se prevé una estandarización de certificados de calidad.
- **Herramientas para insertar marcas con ontologías en las páginas web:** suelen ser semiautomáticas, y facilitan la inserción algún tipo de metadatos estandarizado.
- **Herramientas para almacenar y buscar herramientas:** creadas para facilitar el uso de ontologías. Se comprenden en un contexto como la web como plataforma para comunicación de conocimiento.
- **Herramientas para construir ontologías desde textos en lenguaje natural:** son automáticas o semiautomáticas.

Muchos sistemas integran varias de estas funciones en uno. Aplicado al análisis de imágenes en concreto estas herramientas pueden ser valoradas según una serie de parámetros. Como características remarcables podemos nombrar³³:

- Indización de diferentes tipos de documentos: videos, fotos, y dentro de éstas diferentes formatos: gif, png, tiff, etc.
- Tipo de metadatos utilizados: descriptivos (descripción e identificación de la información), estructurales (para la navegación y presentación) o administrativos (para control y proceso).

- Formato de los metadatos: o lenguaje utilizado para expresar los mismos: de éste depende la interoperabilidad entre programas. Los que seguimos en este trabajo son OWL y MPEG-7.
- Nivel de indización: mayor o menor profundidad de detalle en el análisis. Esto depende del tipo de fondo, puede ser mas o menos detallado. Requerimientos del cliente: se refiere a los navegadores que utilizan los usuarios y sus capacidades, y si son necesarias instalar otras aplicaciones.
- Condiciones de utilización: algunas herramientas son de libre disposición, otras no.
- Colaborativa o individual: las herramientas pueden utilizarse de manera compartida por varios sitios web con bases de datos de imágenes, o por una sola.
- Granularidad: se refiere a la posibilidad de segmentación de las imágenes. Tiene relación con el nivel de profundidad ya mencionado. Se puede considerar equivalente a la catalogación analítica en documentación, que despieza documentos textuales (revistas, libros) para hacer un análisis de sus partes (artículos, capítulos).
- Reutilización de fondos ("threaded"³⁴). Algunos programas tienen mayor facilidad para compatibilizar fondos indizados anteriormente con el nuevo sistema.
- Control de acceso a los metadatos y a su modificación.

Estos parámetros sirven como orientación para la selección del programa adecuado a las características del proyecto que se pretenda emprender.

6. Proyectos concretos con imágenes.

Los proyectos concretos se forman combinando una serie de recursos, servicios, métodos y herramientas que conforman sistemas de almacenamiento, análisis y recuperación de imágenes. Algunos son más completos que otros, varían en el número de elementos y de utilidades que incluyen.

Se pueden nombrar multitud de programas³⁵ que facilitan la asignación de estándares al fondo fotográfico. Algunos funcionan con RDF, como Flickr³⁶ un servicio web que permite a los usuarios publicar sus fotos, compartirlas, e indizarlas para que puedan ser recuperadas por palabras clave que asignan los propios usuarios. Las palabras clave se denominan "etiquetas" ("*tags*"). El servicio mediante Flickr API extrae metadatos del repositorio de su propiedad y genera descripciones RDF.

El programa PhotoStuff³⁷, creación del Mindswap (MARYLAND INFORMATION AND NETWORK DYNAMICS LAB. Semantic Web Agents Project de la University of Maryland) permite indizar imágenes con ontologías de cualquier temática que estén en OWL. Se logra un análisis de partes o regiones de una fotografía y la publicación de los metadatos que se generan automáticamente en la Web. Además, toma los metadatos que están dentro de los archivos jpeg y los convierte a RDF³⁸.

SCHEMA trabaja con MPEG-7, y extrae, codifica y almacena en una base de datos descriptores basados en las características extraídas. Existen muchos otros, podemos nombrar a M-OntoMat-Annotizer, jpegRDF, PHP JPEG Metadata Toolkit, SWAD, ADKive Media-Ontology based annotation system, Annodex, Squiggle Ski, AKTive Media-Ontology Based System, Advene, etc.

Nos vamos a centrar en la descripción de los programas que nos parece más interesante, pues tienen en cuenta los dos estándares que estudiamos en este trabajo: OWL y MPEG-7.

Ya hemos visto que existen una amplia gama de herramientas para analizar en profundidad los documentos multimedia por una parte y por la otra multitud de métodos para indizar siguiendo los estándares de la web semántica. Ahora es necesario relacionar ambos aspectos. Esto es lo que se ha dado en llamar "semantic gap"³⁹ o "hueco semántico".

Se hace necesaria la integración de los estándares descritos anteriormente. En la actualidad los trabajos se centran en lograr que las descripciones creadas con MPEG-7 (u otros métodos específicos para describir imagen que existan), puedan ser interoperables con OWL.

6.1. DS-MIRF (Domain-Specific Multimedia Indexing, Retrieval and Filtering)

Existen proyectos que integran estos estándares en videos, por ejemplo el entorno DS-MIRF (Domain-Specific Multimedia Indexing, Retrieval and Filtering)⁴⁰.

Un esquema general de método de trabajo se describe en la siguiente figura:

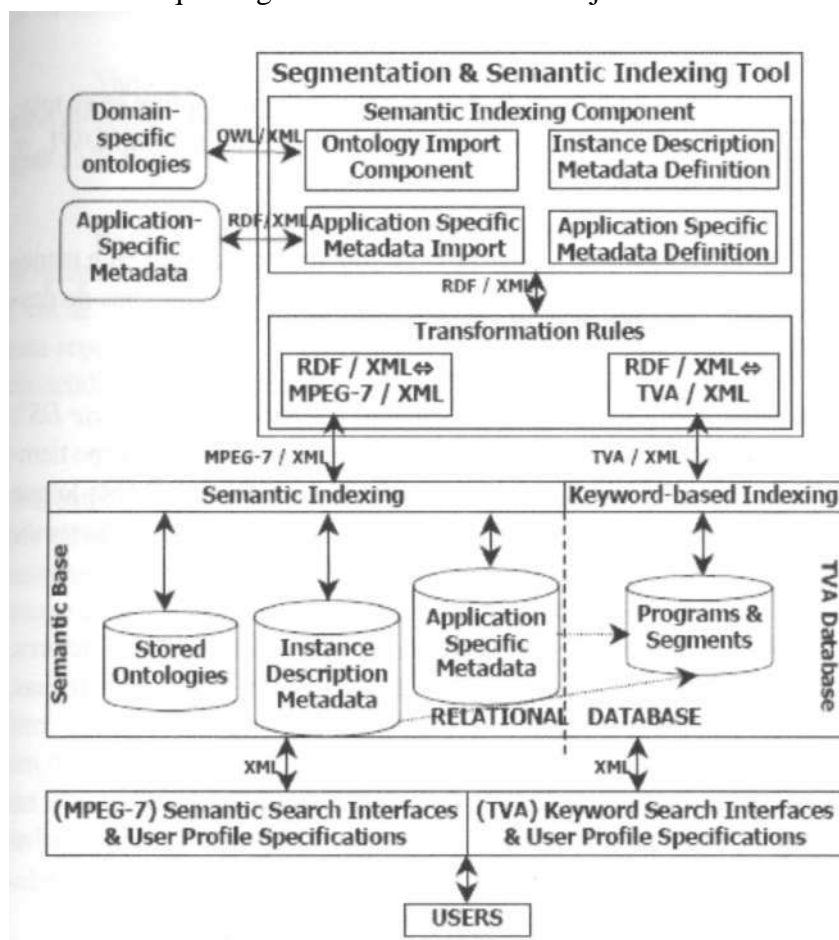


FIG. VI: Estructura de DS-MIRF Los usuarios acceden de manera amigable a las descripciones de los documentos en MPEG-7 y TV-Anytime (parte inferior). En el centro encontramos las bases de datos con los documentos analizados y las ontologías utilizadas para ello. Arriba, el mecanismo de segmentación, y el que permite aplicar las reglas de transformación a los lenguajes de la web semántica. En la parte de la izquierda arriba: las ontologías especializadas en temas escritas en OWL se podrán utilizar para las descripciones. Tomado de: TSINARAKI, Chrysa y otros. *Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing* [Página web]. Última actualización: 02/03/2004. Fecha última consulta: 09/05/2006. Disponible en: http://www.music.tuc.gr/Stan7Director/Publications/pubLfiles/C_TSPC_CAISE_2004.pdf

Se trata de un sistema para indización y recuperación de contenido audiovisual. Los usuarios del sistema describen sus videos mediante ontologías y descripciones basadas en el estandar MPEG-7 MDS (Multimedia Description Scheme) y TV-Anytime⁴¹, las han almacenado en bases de datos, y éstas descripciones y las ontologías utilizadas se hacen finalmente compatibles con ontologías especializadas en temas realizadas con OWL.

Los contenidos audiovisuales pueden incluir o referirse al texto además de la información audiovisual. MPEG-7 ha estandarizado diferentes herramientas para anotaciones textuales y vocabularios controlados, teniendo en cuenta otros estándares y prácticas.

MPEG-7 MDS (*"Multimedia Description Schemes"*) es una parte del amplio programa de estandarización de audiovisuales MPEG-7. Se trata de estructuras de metadatos (DSs, *"Description Schemes"*) para describir e indizar contenidos audiovisuales⁴². Proporcionan una manera de describir en XML conceptos relacionados con los audiovisuales con el objetivo de facilitar su búsqueda, indización, filtrado y acceso.

Se definen usando el mencionado más arriba DDL *"Description Definition Language"*, que esta basado en XML Schema. Las descripciones resultantes se pueden expresar en forma textual (legibles por humanos en XML para editar, búsqueda, filtrado) o comprimidos en forma binaria (por ejemplo para almacenamiento, transmisión y reparto en "archivos" volátiles que no se almacenan (*"streams"*)).

Una parte importante del proyecto consiste en el desarrollo de una ontología que capture en su totalidad el modelo de metadatos MPEG-7, por ello se hace necesario un lenguaje complejo, como OWL, y que cree mecanismos para la interoperabilidad entre OWL y los contenidos multimedia.

Se denomina "ontología principal" (*"Core ontology"*), básicamente funciona de la siguiente manera: como sabemos MPEG-7 utiliza la sintaxis XML-Schema para crear un conjunto de esquemas de descripción (*"Description Schemes, DSs"*) alojados en la base de datos.

Por ejemplo: algunos esquemas de descripción "DS" (*"Description Schemes"*), son : *"SemanticBase DS"*: base de la descripción (son las unidades de descripción), que tiene una serie de atributos simples como tiempo de duración, y otros más complejos, como nivel de abstracción (término semántico que denota lo que incluye la pieza), relación entre términos, segmentación de imágenes, etc. *"SemanticBag DS"* y *"Semantic DS"*: se utilizan para entidades.

"Object DS" para descripción de objetos concretos y abstractos, *"AgentsTipe"* para los actores, *"EventType"* para eventos (por ejemplo un gol), *"SemanticPlace"* para lugares, *"SemanticTime"* para fechas, etc. Existen más de 1000 etiquetas en MPEG-7.

Para la representación semántica de MPEG-7 en OWL se van haciendo equivalencias: las *"SemanticBase"* se pueden representar en XML Schema, mientras que representaciones complejas se corresponden con las clases de OWL, que definen grupos de individuos que tienen las mismas propiedades.

La ontología completa se ha diseñado siguiendo una serie de reglas, en lenguaje OWL-DL (*"Description Logic"*, se trata de un subtipo de OWL de complejidad media), y ha sido validada con un programa de ordenador (OWL Validator).

Otra herramienta que merece la pena destacar es la herramienta de segmentación e indización semántica ("*The Segmentation & Semantic Indexing Tool*", aparece en la parte superior de la figura), que incluye el módulo responsable de las traducciones entre OWL y MPEG-7.

El proceso de indización se ha realizado con ontologías de temática específica (tenis, motociclismo, buceo, por ejemplo) basadas en la parte semántica de MPEG-7 MDS y se definen usando sintaxis del lenguaje OWL.

Otra parte importante de este trabajo es el logro de la interoperabilidad mediante una serie de herramientas y una metodología: se transforman las especificaciones de MPEG-7 (y de TV-Anytime) a extensiones de ontologías en OWL y viveversa. El proceso consta de tres fases principales:

- La ontología principal arriba descrita.
- Metodología para definir las ontologías temáticas que amplían la ontología principal con el objetivo de describir los conceptos de las aplicaciones concretas.
- Dos conjuntos de reglas, que se utilizan para la transformación de los metadatos semánticos en documentos XML de MPEG-7 (y TV-Anytime).

2. M-OntoMat-Annotizer

Vamos a destacar también M-OntoMat-Annotizer⁴³ que establece de manera amigable la extracción de conceptos intrínsecamente visuales (como color dominante, por ejemplo) a indización con ontologías de la web semántica (OWL DL), utilizando términos que denotan estas características visuales.

Es decir, se trata la recuperación de estas características intrínsecas de la misma manera que se trata la recuperación del contenido icónico o conceptual, que se representa por términos de indización, por texto ("coche", "moto", etc.). Estos últimos suelen corresponder a una temática concreta ("*content domain*"), que está representada por una ontología. En el caso de los atributos visuales se hace necesaria una ontología especializada en tales atributos.

La relación entre estas características visuales y los conceptos semánticos forman una base de conocimiento, y permite nuevas maneras de acceder al contenido y mayor flexibilidad en los razonamientos, por ejemplo conseguir en una base de datos de una tienda de ropa fotos de "camisetas naranjas de algodón" introduciendo estos términos en una caja de búsqueda, y sin que haya habido necesidad de asociar manualmente esos términos a cada foto de los productos.

Otra utilidad es la el aprendizaje de la máquina para búsquedas futuras. En una base de datos de fotos de tenis, por ejemplo, se analizan e indizan las formas de las figuras que más frecuentemente aparecen o más interesantes son: textura y forma de las pelotas de tenis, raquetas, redes, jugadores, etc. El sistema utiliza estos datos para etiquetar los objetos del resto de las fotografías de la base y un usuario puede pedir fotos en las cuales la pelota esté cerca de la red.

Para conseguir esto, en el documento se genera un conjunto de segmentos o secuencias de las imágenes y se etiquetan los objetos semánticos sobresalientes. De tales objetos se extraen también los descriptores de MPEG-7 (color, textura, etc.).

Para medir las distancias entre los objetos se utilizan métodos basados en redes neuronales. Para decidir la atomización y etiquetado de la imagen y los objetos en cuestión, se usa un algoritmo, que coteja éstas con la ontología especializada en temas.

Por último, un mecanismo razonador permite la elección de las divisiones y de los términos asociados ellas y a los objetos.

Hay que tener en cuenta que cada objeto debe ser analizado con detenimiento para poder ser reconocido. Una raqueta tiene una silueta reconocible, pero ésta varía mucho dependiendo del ángulo de visión, así que puede que la silueta de una raqueta tenga varios valores. La textura de las raquetas es en cambio un valor único.

Otro ejemplo: un jugador es más reconocible si se describe por sus partes componentes: cabeza, j camiseta de tenis, raqueta, etc. y se define como una relación espacial de estos elementos.

La ontología de este proyecto (llamada DOLCE) tiene como función servir como punto de partida para la construcción de nuevas ontologías y servir de puente entre las que ya existen.

La ontología especializada en descriptores (*"Visual Descriptor Ontology"*, VDO), contiene la asociación de los descriptores de MPEG-7. Por ejemplo, el descriptor color dominante (*"dominant color"*) especifica el número y valor de los colores dominantes presentes en una región de la imagen mediante el recuento de los píxeles asociados a cada uno, y le asigna un término que designe ese color dominante.

El proyecto se completa con una ontología especializada en estructuras multimedia *"Multimedia Structure Ontology"*, MSO), para las relaciones espaciales y temporales para cada uno de los tipos documentales (imagen, video, audio, etc), y con las ontologías especializadas por temas (*"Domain Ontologies"*). Por ejemplo deportes, tenis, botánica, etc. Cada una de éstas se coteja con DOLCE para asegurar la coherencia de todo el conjunto.

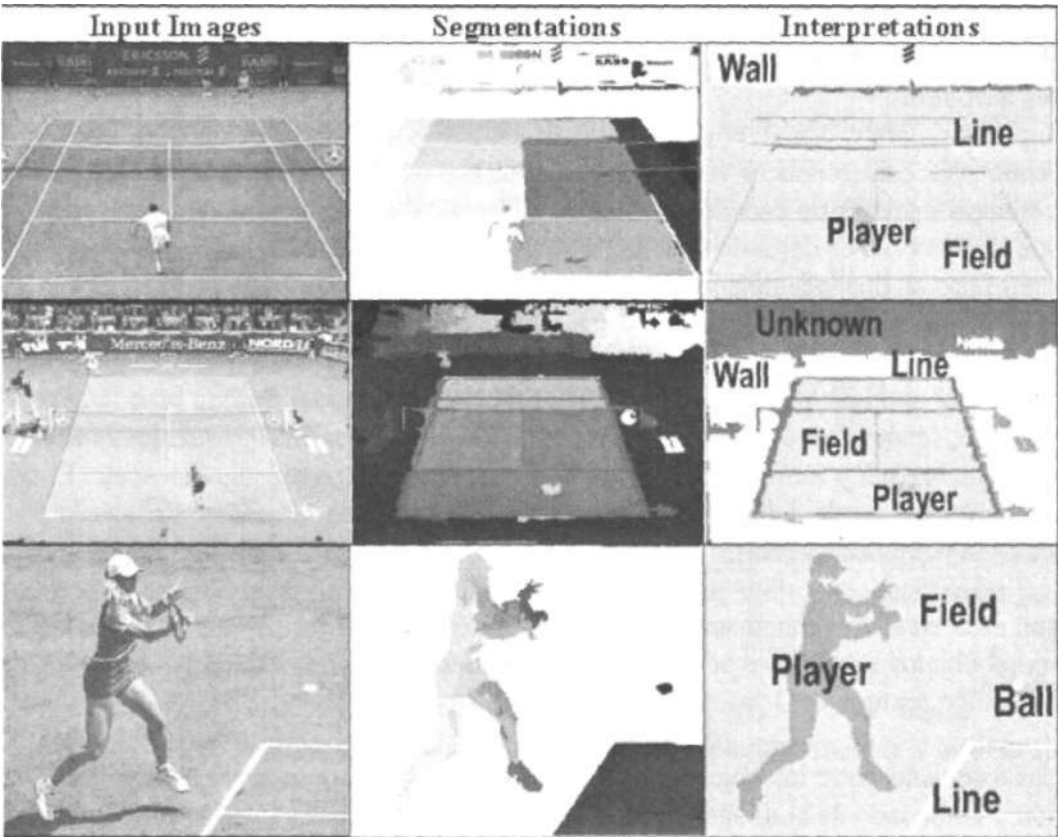


FIG. VII: M-OntoMat-Annotizer : Se realiza un proceso automático de los documentos, que incluye el contenido icónico y las características visuales, genera los metadatos y la indización y proporciona servicios de búsqueda y recuperación. Para una misma imagen existen varias posibles interpretaciones de la escena. Tomado de: BLOEHDORN, Stephan y otros. *Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis* [Archivo pdf]. Última actualización: 28/03/2005. Fecha de consulta: 09/05/2006. Disponible en : <http://www.acemedia.org/aceMedia/files/resource/eswc05.pdf>

El proyecto completo incluye: una herramienta para indizar páginas web, un servidor que almacena los documentos y herramientas, una base de datos, un editor (" *Visual Editor and Media Viewer*", VDE) para contenidos gráficos (imágenes y videos), que permite procesarlos, extraer sus características y enlazarlos con los conceptos de las ontologías.

PhotoStuff (mencionado más arriba) y M-OntoMat-Annotizer tienen además entorno gráfico para ilustrar las tareas de indización⁴⁴. En resumen este tipo de programas carga imágenes, crean regiones en ella y extraen automáticamente las características visuales de cada región. Las anotaciones⁴⁵ resultantes se pueden exportar como RDF/XML, lo que permite que sean compartidas, indexadas y utilizadas por navegadores y buscadores que se basan en metadatos.

Conclusiones.

Es interesante la construcción de una web en la cual se pudiese acceder a un fondo fotográfico tratado con MPEG-7 Visual y OWL. Los fondos quedarían automáticamente indizados las características tanto visuales como icónicas mediante MPEG-7, y posteriormente, se haría una conversión a OWL para quede integrado en la web semántica y para una recuperación óptima, a la manera que hemos visto en los proyectos descritos.

Para lograrlo hay que asociar el tipo de sistema de tratamiento de fotografías que en la tipología hemos denominado "mixto", con los estándares propuestos: MPEG-7 y OWL. Para facilitar esta tarea contamos con los programas presentados en este trabajo (principalmente DS-MIRF y M-OntoMat-Annotizer). Sería un primer paso hacia un proyecto más ambicioso en el cual, siguiendo las teorías de la semiótica, el usuario pudiese atribuir sus significados subjetivos a imágenes dadas para poder recuperar posteriormente imágenes similares introduciendo en una caja de búsqueda unos términos que expresen, por ejemplo, sus sentimientos.

Por ejemplo ante una foto de un bosque el usuario percibe misterio. En el perfil de este usuario se asigna este término a esta foto, que servirá para recuperar otras que le inspiren también misterio, basándose en los colores, las texturas, las formas.

La utilidad de este prototipo sería amplia. Por una parte se pueden lograr equiparaciones lingüísticas muy interesantes entre fotos e imágenes indizadas con idiomas, vocabularios o jergas diferentes en materias como botánica o zoología, por ejemplo, al analizar el sistema las similitudes de forma automáticamente.

Por otra parte, en álbumes "familiares" o de amigos, por ejemplo, se podrían realizar búsquedas de imágenes que utilicen un lenguaje coloquial o jergas propias para denominar elementos de su interés, asociando los términos elegidos a una imagen concreta y buscando fotos similares en la web. Este tipo de sistema sería útil pues para colecciones familiares, comerciales, para fondos de arte y científicos y en general para cualquier fondo fotográfico y estaría integrado en la web semántica, con lo que su difusión y visibilidad sería global.

Quintas Jornadas: I. Imagen y documentación

NOTAS

- 1 **WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Semantic Web*** [Página web]. Última actualización: 14/02/2003. Fecha última consulta: 03/26/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/>
- 2 **NOTA:** En este trabajo hemos utilizado el término "indizar", siguiendo una terminología propia del mundo de la documentación, al hecho de asignar palabras a las fotografías de modo que se describa su contenido u otras característica (como autor, título, etc). Hemos traducido el término inglés "anotation" que alude al hecho de asignar metadatos a los documentos con este término. En ocasiones se ha traducido con la palabra "anotación", aunque se ha procurado evitar este último término al considerarlo ambiguo en español.
- 3 **HENDLER, James y otros. *Integrating Applications on the Semantic Web*** [Página web]. Última actualización: 10/10/2001. Fecha última consulta: 04/04/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2002/07/swint>
- 4 **INTEROPERABILIDAD o INTEROPERATIVIDAD:** La capacidad para comunicarse, ejecutar programas o transferir datos entre varias unidades funcionales, de una manera que suponga que el usuario necesite poco o ningún conocimiento de las características únicas o específicas de esas unidades (ver además glosario) . ISO (International Standard Organization). *Information technology : Vocabulary, Part 1: Fundamental terms* [Archivo pdf] . 32 p Última actualización: 01/06/2005. Fecha de consulta: 05/31/2005. Disponible en: <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=7229&ICS1=35&ICS2=20&ICS3=&scopelist=>
- 5 **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *MPEG-7 Overview (version 8) ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO*** [Página web]. Última actualización: 07/2002. Fecha última consulta: 09/04/2003. Disponible en: <http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- 6 **WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Technical Architecture Group (TAG). *Architecture of the World Wide Web, First Edition* : Editor's Draft 10 May 2004** [Página web]. Última actualización: 05/10/2004. Fecha última consulta: 05/20/2004. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/tag/webarch/>
- 7 **WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Services Architecture Working Group. *Web Services Architecture : W3C Working Group Note 11 February 2004*** [Página web]. Última actualización: 02/11/2005. Fecha última consulta: 10/06/2005. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#choreography>
- 8 **WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Services Architecture Working Group. *Web Services Architecture : W3C Working Group Note 11 February 2004*** [Página web]. Fecha de consulta: 06/10/2005
- 9 **Mediante un " WSDL document". WSDL es el lenguaje en que están descritos los WSD (" Web Service Description"). WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Web Services Architecture Working Group. Web Services Architecture: W3C Working Group Note 11 February 2004*** [Página web]. Fecha de consulta: 06/10/2005
- 10 **WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. OWL-S : *Semantic Markup for Web Services : W3C Member Submission 22 November 2004*** [Página web]. Última actualización: 22/11/2004. Fecha última consulta: 05/26/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>
- 11 **Para una descripción detallada: ROBLEDANO ARILLO, Jesús. *El tratamiento documental de la fotografía de prensa : sistemas de análisis y recuperación*. Madrid : Archiviana, 2002, p. 119-157**
- 12 **ROBLEDANO ARILLO, Jesús *El tratamiento documental de la fotografía de prensa : sistemas de análisis y recuperación*. 2002p. 156**
- 13 **KURITA, Takio y KATO, Toshikazu. *Learning of Personal Visual Impression for Image Database Systems*. Fecha de consulta: 24/05/2006**
- 14 **PIXEL:** Abreviatura de Picture Element: Cada uno de los miles o millones de puntos de luz de la pantalla de un ordenador que forman una red. Es por tanto la unidad mínima de información de imagen en la pantalla del ordenador. Su tamaño no es fijo, ya que depende de la resolución del monitor (a menor tamaño, mayor resolución). Es decir, cuanto mayor sea el número de puntos por unidad de superficie mayor será la resolución y por tanto mejor la calidad de la imagen. BUSTOS MARTIN, Ignacio de. *Multimedia*. Madrid : Anaya Multimedia, 1994
- 15 **ROBLEDANO ARILLO, Jesús *El tratamiento documental de la fotografía de prensa : sistemas de análisis y recuperación*. 2002, p. 157**
- 16 **HISTOGRAMA:** Representa la frecuencia relativa de grises de una imagen. En él se contiene el número de píxeles que tienen el mismo nivel de gris. Se suele representar como un gráfico en el que las abscisas son los diferentes colores de la imagen y las ordenadas la frecuencia relativa con que cada color aparece en la imagen. *WIKIPEDIA* [Página web]. Última actualización: 13/04/2006. Fecha última consulta: 05/25/2006. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>
- 17 **RAFFERTY, Pauline. *Semiotics and the image retrieval: can semiotics help our understanding of the operation of meaning in images?*** En: Coloquio Internacional de Ciencias de la Documentación (4. Salamanca. 2003) y Congreso del Capítulo Español de la ISKO (6. Salamanca. 2003). Tendencias de investigación en organización del conocimiento : *Trends in Knowledge Organization Research*. José Antonio Frías, Crispulo Travieso (Eds.). Salamanca : Universidad, 2003, pp. 243-250
- 18 **RECOMENDACIÓN W3C:** Es una especificación o conjunto de instrucciones que, tras un intensivo proceso de consenso, recibe la aprobación de los miembros del Consorcio y del director. El W3C recomienda un amplio desarrollo de sus recomendaciones. Una recomendación W3C es similar a lo que en otras organizaciones se denomina "estándar". **WORLD WIDE WEB**

- CONSORTIUM. *W3C Process Document: 7 W3C Technical Report Development Process* [Página web]. Última actualización: 04/12/2005. Fecha última consulta: 05/22/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/2005/10/Process-20051014/tr.html#RecsW3C>
- 19 WEB ONTOLOGY WORKING GROUP. *Web Ontology Language (OWL) : Use Cases and Requirements : WC Working Draft, 3 February 2003* [Página web]. Última actualización: 02/03/2003. Fecha última consulta: 03/24/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2003/WD-webont-req-20030203/>
- 20 WEB ONTOLOGY WORKING GROUP. *Web Ontology (WebOnt) Working Group Charter* [Página web]. Última actualización: 08/11/2002. Fecha última consulta: 03/26/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/charter>
- 21 WEB ONTOLOGY WORKING GROUP y otros. *Feature Synopsis for OWL Lite and OWL : W3C Working Draft 29 July 2002* [Página web]. Última actualización: 29/07/2002. Fecha última consulta: 09/10/2002. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2002/WD-owl-features-20020729/>
- 22 BIDDULPH, Matt. *Photos with RSS and RDF*, 2003
- 23 MAPEO: En el contexto de las ontologías, es la acción de relacionar éstas con el resto del sistema en un sistema de información. WACHE, H. y otros. *Ontology-Based Integration of Information : A Survey of Existing Approaches* [Archivo pdf] . 12 Última actualización: 16/02/2001. Fecha de consulta: 05/18/2005. Disponible en: <http://citeseer.ist.psu.edu/565092.html>
- 24 *The 'friend of a friend' project: FOAF* [Página web]. Fecha última consulta: 05/23/2003. Disponible en: <http://rdfweb.org/foaf/>
- 25 COGNITIVE SCIENCE LABORATORY (Princeton University). *WordNet: a lexical database for the English language* [Página web]. Fecha última consulta: 05/19/2003. Disponible en: <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>
- 26 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *MPEG-7 Overview (versión 10) : ISO-IEC JTC1-SC29-WG11N6828*, Palma de Mallorca, October 2004 [Página web]. Última actualización: 10/2006. Fecha última consulta: 10/05/2006. Disponible en: <http://www.chiariglione.org/MPEG/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- 27 STREAMED video: chorro de video, secuencia de video. Método de transmisión de imágenes en movimiento (por ejemplo, una película) a través de Internet. Las imágenes, que pueden ser pregrabadas o emitidas en directo se transmiten comprimidas para optimizar el tiempo de envío. El usuario, que debe contar con un programa de visualización de las mismas, normalmente integrado en su navegador, las recibe a medida que van llegando. Tomado de: FERNANDEZ CALVO, Rafael. *Glosario básico inglés-español para usuarios de Internet*. Barcelona : Asociación de Técnicos Informáticos (ATI), 2001
- 28 HERNÁNDEZ PÉREZ, Antonio. *Búsqueda de información y recuperación en Internet*. En: CARIDAD, Mercedes. *La sociedad de la información : política, tecnología e industria de los contenidos*. Madrid : Centro de Estudios Ramón Areces ; Universidad Carlos III, 1999, pp. 213-240
- 29 Para más detalles : TORRES RODRÍGUEZ, Nuria. *La construcción de la web semántica : ontologías en la recuperación de la imagen fotográfica*. En: JORNADAS DE TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN (2ª. Leganes, Madrid. 2003. *JOTRI 2003 : II Jornadas de Tratamiento y Recuperación de la Información : 8 y 9 de septiembre de 2003, Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Madrid*. Madrid : Universidad Carlos III. Departamento de Biblioteconomía y Documentación, 2003, pp. 143-150
- 30 ZAHARÍ A, Titus y PRETEUX, Françoise. *Video archiving and sing language indexation within the AMIS platform*. Fecha de consulta: 13/09/2003
- 31 ZAHARIA, Titus y PRETEUX, Françoise. *Video archiving and sing language indexation within the A MIS platform*. Fecha de consulta: 13/09/2003
- 32 p.13
- 33 WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image annotation on the Semantic Web : Editor's Draft Date: 2006/05/04* [Página web]. Última actualización: 05/04/2006. Fecha última consulta: 05/17/2006. Disponible en: http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/MM/image_annotation.html
- 34 *THREADE*: En el contexto de los programas que facilitan la asunción de estándares en la red semántica, se refiere a la facultad de éstos de reutilización de fondos anteriores. WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image annotation on the Semantic Web : Editor's Draft Date: 2006/05/04* [Página web]. Fecha de consulta: 17/05/2006
- 35 WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image Annotation on the Semantic Web : Tools Overview* [Página web]. Última actualización: 05/05/2006. Fecha última consulta: 05/18/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/MM/resources/Tools.html>
- 36 *FLICKR : online photo management and sharing application* [Página web]. Última actualización: 2006. Fecha última consulta: 12/05/2006. Disponible en: www.flickr.com
- 37 MARYLAND INFORMATION AND NETWORK DYNAMICS LAB. *Semantic Web Agents Project (University of Maryland). PhotoStuff : An Image Annotation Tool for the Semantic Web* [Página web]. Última actualización: 02/08/2006. Fecha última consulta: 05/19/2006. Disponible en: <http://www.mindswap.org/2003/PhotoStuff7>
- 38 WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image Annotation on the Semantic Web : Tools Overview* [Página web]. Fecha de consulta: 18/05/2006
- 39 WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image annotation on the Semantic Web : Editor's Draft Date: 2006/05/04* [Página

Quintas Jornadas: I. Imagen y documentación

web]. Fecha de consulta: 17/05/2006

40 TSINARAKI, Chrisa y otros. *Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing I* [Página web]. Fecha de consulta: 05/09/2006

41 TV-Anytime: es un estándar internacional creado por una variedad de industrias relacionadas con la televisión que se ocupa de la seguridad en las transmisiones, metadatos, derechos de explotación, etc. TV-ANYTIME FORUM. *About the TV-Anytime I Fomm* [Página web]. Última actualización: 19/03/2003. Fecha última consulta: 10/05/2006. Disponible en: <http://www.tv-anytime.org/>

42 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). MPEG-7 Overview (versión 10) : *ISO-IEC JTC1-SC29-WG11N6828, Palma de Mallorca, October 2004* [Página web]. Fecha de consulta: 05/10/2006

43 BLOEHDORN, Stephan y otros. *Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis*. Fecha de consulta: 05/09/2006

44 WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image Annotation on the Semantic Web : Tools Overview* [Página web]. Fecha de consulta: 18/05/2006

45 ANOTACIÓN: En el contexto de la web semántica denota la aplicación de metadatos a un recurso, o también se aplica al propio metadato. Este término es frecuentemente utilizado en relación a las herramientas que facilitan la aplicación de estándares ("anotation tool"). En este trabajo hemos traducido en ocasiones este término, que en español resulta ambiguo, por el término *inidización*. Consideramos que la operación tradicionalmente llamada en documentación "*inidización*" es similar.

BIBLIOGRAFÍA

The friend of a friend' project: FOAF [Página web]. Fecha última consulta: 23/05/2003. Disponible en: <http://rdfweb.org/foaf/>

FLICKR : online photo management and sharing application [Página web]. Última actualización: 2006. Fecha última consulta: 05/12/2006. Disponible en: www.flickr.com

WIKIPEDIA [Página web]. Última actualización: 13/04/2006. Fecha última consulta: 25/05/2006. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>

BIDDULPH, Matt. *Photos with RSS and RDF* [CD-ROM]. En: XML Europe 2003 (Londres. 2003). *Conference & Exposition : Powering the Information Society, 5-8 may 2003* [Compact Disk]. Alexandria, (Virginia) : IDEAlliance, 2003

BLOEHDORN, Stephan y otros . *Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis*. [Archivo pdf] .Última actualización: 28/03/2005. Fecha de acceso: 09/05/2006. Disponible en: <http://www.acemedia.org/aceMedia/files/resource/eswc05.pdf>

BUSTOS MARTÍN, Ignacio de. *Multimedia*. Madrid : Anaya Multimedia, 1994

COGNITIVE SCIENCE LABORATORY (Princeton University). *WordNet: a lexical database for the English language* [Página web]. Fecha última consulta: 19/05/2003. Disponible en: <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>

CORCHO, Óscar, FERNÁNDEZ LÓPEZ, Mariano, y GÓMEZ PÉREZ, Asunción. *Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?* [Archivo pdf]. Fecha última consulta: 9/9/2004 . En: *Data & Knowledge Engineering*, 46, 1, July 2003, pp. 41-64. Disponible en: <http://biblioteca.uc3m.es/uhb/bin/cgisirsi/z3DleWeKBP/42800070/9>

FERNANDEZ CALVO, Rafael. *Glosario básico inglés-español para usuarios de Internet*. Barcelona : Asociación de Técnicos Informáticos (ATI), 2001

HENDLER, James y otros . *Integrating Applications on the Semantic Web* [Página web]. Última actualización: 10/10/2001. Fecha última consulta: 04/04/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2002/07/swint>

HERNÁNDEZ PÉREZ, Antonio. *Búsqueda de información y recuperación en Internet*. En: CARIDAD, Mercedes, coordinadora. *La sociedad de la información : política, tecnología e industria de los contenidos*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces ; Universidad Carlos III, 1999, pp. 213-240

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *MPEG-7 Overview (versión 8) ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO* [Página web]. Última actualización: 07/2002. Fecha última consulta: 04/09/2003. Disponible en: <http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *MPEG-7 Overview (versión 10) : ISO-IEC JTC1-SC29-WG11 N6828, Palma de Mallorca, October 2004* [Página web]. Última actualización: 10/2006. Fecha última consulta: 05/10/2006. Disponible en: <http://www.chiariglione.org/MPEG/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>

ISO (International Standard Organization). *Information technology: Vocabulary, Part 1: Fundamental terms*. [Archivo pdf]. Última actualización: 01/06/2005. Fecha de acceso: 05/31/2005. Disponible en: <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=7229&ICSI=35&ICS2=20&ICS3=&scopelist=>

KURITA, Takio y KATO, Toshikazu. *Learning of Personal Visual Impression for Image Database Systems*. [Archivo pdf]. Última actualización: 25/08/1997. Fecha de acceso: 05/24/2006. Disponible en: <http://www.neurosci.aist.go.jp/~kurita/papers/icdar93.pdf>

MARYLAND INFORMATION AND NETWORK DYNAMICS LAB. Semantic Web Agents Project (University of Maryland). *PhotoStuff: An Image Annotation Tool for the Semantic Web* [Página web]. Última actualización: 02/08/2006. Fecha última consulta: 19/05/2006. Disponible en: <http://www.mindswap.org/2003/PhotoStuff/>

RAFFERTY, Pauline. *Semiotics and the image retrieval: can semiotics help our understanding of the operation of meaning in images?* En: Coloquio Internacional de Ciencias de la Documentación (4. Salamanca. 2003) y Congreso del Capítulo Español de la ISKO (6. Salamanca. 2003). *Tendencias de investigación en organización del conocimiento : Trends in Knowledge Organization Research*. José Antonio Frías, Crispulo Travieso (Eds.). Salamanca : Universidad, 2003, pp. 243-250

ROBLEDANO ARILLO, Jesús. *El tratamiento documental de la fotografía de prensa : sistemas de análisis y recuperación*. Madrid : Archiviana, 2002

SOWA, John F. *Building, Sharing, and Merging Ontologies* [Página web]. Última actualización: 13/03/2003. Fecha última consulta: 09/01/2003. Disponible en: <http://www.jfsowa.com/ontology/ontos-har.htm>

TORRES RODRÍGUEZ, Nuria. *La construcción de la web semántica : ontologías en la recuperación de la imagen fotográfica*. En: JORNADAS DE TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LA INFORMACIÓN (2S. Leganes, Madrid. 2003). *JOTRL 2003 : II Jornadas de Tratamiento y Recuperación de la Información : 8 y 9 de septiembre de 2003*, Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, Leganes, Madrid. Madrid : Universidad Carlos III. Departamento de Biblioteconomía y Documentación, 2003, pp. 143-150

TSINARAKI, Chrisa y otros. *Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing* [Página web]. Última actualización: 02/03/2004. Fecha última consulta: 05/09/2006. Disponible en: http://www.music.tuc.gr/Staff/Director/Publications/publ_files/CTSPCCAISE_2004.pdf

TV-ANYTIME FORUM. *About the TV-Anytime Forum* [Página web]. Última actualización: 19/03/2003. Fecha última consulta: 05/10/2006. Disponible en: <http://www.tv-anytime.org/>

WACHE, H. y otros. *Ontology-Based Integration of Information : A Survey of Existing Approaches*. [Archivo pdf]. Última actualización: 16/02/2001. Fecha de acceso: 05/18/2005. Disponible en: <http://cite-seer.ist.psu.edu/565092.html>

WEB ONTOLOGY WORKING GROUP. *Web Ontology (WebOnt) Working Group Charter* [Página web]. Última actualización: 08/11/2002. Fecha última consulta: 26/03/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/charter>

WEB ONTOLOGY WORKING GROUP.; Editors/McGuinness, Deborah L./Harmelen, Frank van. *Web Ontology Language (OWL) : Use Cases and Requirements : WC Working Draft, 3 February 2003* [Página web]. Última actualización: 02/03/2003. Fecha última consulta: 24/03/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2003/WD-webont-req-20030203/>

WEB ONTOLOGY WORKING GROUP y otros. *Feature Synopsis for OWL Lite and OWL : W3C Working Draft 29 July 2002* [Página web]. Última actualización: 29/07/2002. Fecha última consulta: 10/09/2002. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2002AVD-owl-features-20020729/>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Semantic Web* [Página web]. Última actualización: 14/02/2003. Fecha última consulta: 26/03/2003. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *OWL-S : Semantic Markup for Web Services : W3C Member Submission 22 November 2004* [Página web]. Última actualización: 22/11/2004. Fecha última consulta: 26/05/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *W3C Process Document: 7 W3C Technical Report Development Process* [Página web]. Última actualización: 04/12/2005. Fecha última consulta: 22/05/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/2005/10/Process-20051014/tr.html#RecsW3C>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image annotation on the Semantic Web : Editor's Draft Date: 2006/05/04* [Página web]. Última actualización: 05/04/2006. Fecha última consulta: 17/05/2006. Disponible en: http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/MM/image_annotation.html

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. *Image Annotation on the Semantic Web : Tools Overview* [Página web]. Última actualización: 05/05/2006. Fecha última consulta: 18/05/2006. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/MM/resources/Tools.html>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Technical Architecture Group (TAG). *Architecture of the World Wide Web, First Edition : Editor's Draft 10 May 2004* [Página web]. Última actualización: 05/10/2004. Fecha última consulta: 20/05/2004. Disponible en: <http://www.w3.org/2001/tag/webarch/>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Services Architecture Working Group. *Web Services Architecture : W3C Working Group Note 11 February 2004* [Página web]. Última actualización: 02/11/2004. Fecha última consulta: 26/05/2004. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#id2280504>

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Services Architecture Working Group. *Web Services Architecture : W3C Working Group Note 11 February 2004* [Página web]. Última actualización: 02/11/2005. Fecha última consulta: 06/10/2005. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/#choreography>

ZAHARÍA, Titus y PRETEUX, Francoise. *Video archiving and sing language indexation within the AMIS platform*. [Archivo pdf]. Última actualización: 22/02/2002. Fecha de acceso: 09/13/2003. Disponible en: <http://www-artemis.int-evry.fr/Publications/library/zaharia/Zaharia-SPPRA2002.pdf>